

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

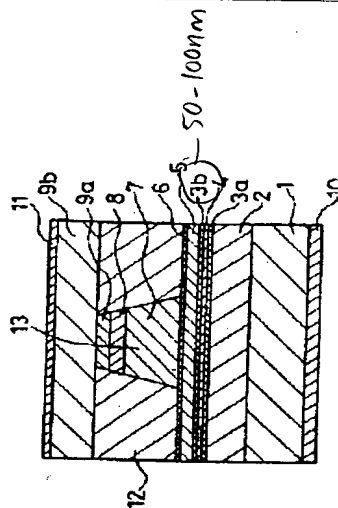
(11) Publication number: **04049691 A**(43) Date of publication of application: **19.02.92**

(51) Int. Cl

**H01S 3/18**(21) Application number: **02161022**(71) Applicant: **MITSUBISHI ELECTRIC CORP**(22) Date of filing: **18.06.90**(72) Inventor: **TSUGAMI MARI****(54) VISIBLE-RAY LASER DIODE****(57) Abstract:**

**PURPOSE:** To obtain a visible-ray laser diode whose initial characteristic is good and which uses a long-life AlGaInP-based material by a method wherein a spacer layer which restrains doping impurities from being diffused to an active layer from upper and lower doping AlGaInP layers is provided between the active layer and the doping AlGaInP layers on both the upper side and the lower side.

**CONSTITUTION:** The following are epitaxially grown sequentially on a substrate 1: a lower-side clad layer 2; a spacer layer 3a; an active layer 4; a spacer layer 3b; a light guide layer 5; an etching stopper layer 6; an upper-side clad layer 7; a band discontinuity relaxation layer 8; and a contact layer 9a. Then, a stripe-shaped mask is formed on the contact layer 9a; a prescribed region is etched and removed by a selective etching operation in such a way that the contact layer 9a, the band discontinuity relaxation layer 8 and the upper-side clad layer 7 are left in a mesa shape. An n-GaAs current-blocking layer is grown selectively while the etching mask used in the selective etching process is used as a mask; the mask is removed; and after that, a contact layer 9b is grown. An n-side electrode 10 is formed on the rear of the substrate 1, and a p-side electrode 11 is formed on the contact layer 9b.



*Note English  
language  
equivalents  
5,177,757*

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&amp;Japio

## ⑫ 公開特許公報(A) 平4-49691

⑮ Int. Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成4年(1992)2月19日

H 01 S 3/18

9170-4M

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 可視光レーザダイオード

⑰ 特 願 平2-161022

⑱ 出 願 平2(1990)6月18日

⑲ 発 明 者 津 上 眞 理 兵庫県伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機株式会社光・マイクロ波デバイス研究所内

⑳ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

㉑ 代 理 人 弁理士 早瀬 憲一

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

可視光レーザダイオード

## 2. 特許請求の範囲

(1) 活性層と、該活性層の上下両側に設けられたドーピングされたAlGaInP層とを有する可視光レーザダイオードにおいて、

上記活性層と、上下両側の上記ドーピングAlGaInP層の少なくとも一方との間に設けられた上記ドーピングAlGaInP層からのドーピング不純物の上記活性層への拡散を抑制するスペーサ層を備えたことを特徴とする可視光レーザダイオード。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明はAlGaInP系の材料を用いた可視光レーザダイオードに関し、特に、良好な初期特性を有し、かつ素子寿命の長い可視光レーザダイオードに関するものである。

(従来技術)

第2図は従来のAlGaInP系の材料を用いた可視光レーザダイオードの層構造の一例を示す断面図であり、図において、1はn-GaAs基板である。n-AlGaInP下クラッド層2は基板1上に配置され、アンドープInGaP活性層4は下クラッド層2上に配置され、p-AlGaInP光ガイド層5は活性層4上に配置され、p-InGaPエッチングストップパ層6は光ガイド層5上に配置され、p-AlGaInP上クラッド層7はエッチングストップパ層6上に配置され、p-InGaPバンド不連続緩和層8は上クラッド層7上に配置され、p-GaAsコンタクト層9aはバンド不連続緩和層8上に配置される。また、n-GaAs電流ブロック層12はメサ部13を埋め込むようにエッチングストップパ層6上に配置され、コンタクト層9bは電流ブロック層12及びコンタクト9a上に配置される。n側電極10は基板1裏面に、p側電極11はコンタクト層9b上に設けられる。

この従来の可視光レーザダイオードは以下のよ

うにして作製される。

まず、基板1上に下クラッド層2、活性層4、光ガイド層5、エッチングストップ層6、上クラッド層7、バンド不連続緩和層8、およびコンタクト層9aを順次エピタキシャル成長する。次にコンタクト層9a上にストライプ状のマスクを形成し、選択性エッチングによりコンタクト層9a、バンド不連続緩和層8、及び上クラッド層7をメサ状に残すようにこれらの層の所定領域をエッチング除去する。この後、上記選択エッチング工程で用いたエッチングマスクをマスクとしてn-GaAs電流ブロック層を選択成長し、マスクを除去した後、コンタクト層9bを成長する。最後に基板1裏面にn側電極10を、コンタクト層9b上にp側電極11を形成して素子が完成する。

ここで、光ガイド層5及び上下のクラッド層7、2として用いているAlGaInPのp型不純物としてはZnが、n型不純物としてはSeまたはSiが通常用いられている。

AlGaInPは不純物の電気的な活性化率が

例えば不純物がZnの場合、約40%と低いために、所望の導電率を得るためには過剰の不純物の添加を必要とする。このような過剰の不純物の添加により不活性な不純物が増加することとなる。また、AlGaInP中では、不純物の拡散速度がGaAs等と比較して大きく、かつ異常拡散を起こし易い。その結果、結晶成長およびその後の熱工程中にAlGaInP中の過剰の不純物が拡散して、最終的にはInGaP活性層がアンドープではなくなっている場合が多い。

(発明が解決しようとする課題)

従来のAlGaInP系の材料を用いた可視光レーザダイオードは以上のように構成されており、上述のように、結晶成長およびその後の熱工程中にAlGaInP中の過剰の不純物が拡散して、最終的にはInGaP活性層がアンドープではなくなっている場合が多い。InGaP活性層中にp型不純物とn型不純物の何れか一方または両方が拡散すると、光キャリアの再結合中心となる結晶欠陥が形成され、素子の特性が低下するという

問題点、またこれらの過剰な不純物は素子の動作中にも容易に拡散し、その結果特性が劣化して素子の寿命が短くなるという問題点があった。

この発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、良好な初期特性を有し、かつ寿命の長いAlGaInP系の材料を用いた可視光レーザダイオードを得ることを目的とする。

(課題を解決するための手段)

この発明に係るAlGaInP系の材料を用いた可視光レーザダイオードは、活性層と、該活性層の上下両側に設けられたドーピングAlGaInP層の少なくとも一方との間に、上記ドーピングAlGaInP層からのドーピング不純物の上記活性層への拡散を抑制するスペーサ層を備えたものである。

(作用)

この発明においては、活性層と、該活性層の上下両側に設けられたドーピングAlGaInP層の少なくとも一方との間に、上記ドーピングAlGaInP層からのドーピング不純物の上記活性

層への拡散を抑制するスペーサ層を備えた構成としたから、上記ドーピングAlGaInP層層中のドーピング不純物が、結晶成長及びその後の熱工程中、あるいは素子の動作中にInGaP活性層に拡散するのを防止できる。

(実施例)

以下、この発明の一実施例を図について説明する。

第1図は本発明の一実施例による可視光レーザダイオードの構造を示す断面図であり、図において、1はn-GaAs基板である。n-AlGaInP下クラッド層2は基板1上に配置され、アンドープAlGaInPスペーサ層3aは下クラッド層2上に配置され、アンドープInGaP活性層4はスペーサ層3a上に配置され、アンドープAlGaInPスペーサ層3bは活性層4上に配置され、p-AlGaInP光ガイド層5はスペーサ層3b上に配置され、p-InGaPエッチングストップ層6は光ガイド層5上に配置され、p-AlGaInP上クラッド層7はエッチング

ストップパ層6上に配置され、 $p\text{-InGaP}$ バンド不連続緩和層8は上クラッド層7上に配置され、 $p\text{-GaAs}$ コンタクト層9aはバンド不連続緩和層8上に配置される。また、 $n\text{-GaAs}$ 電流ブロック層12はメサ部13を埋め込むようにエッチングストップパ層6上に配置され、コンタクト層9bは電流ブロック層12及びコンタクト9a上に配置される。 $n$ 側電極10は基板1裏面に、 $p$ 側電極11はコンタクト層9b上に設けられる。

本実施例のレーザダイオードは以下のようにして作製される。

まず、基板1上に下クラッド層2、スペーサ層3a、活性層4、スペーサ層3b、光ガイド層5、エッチングストップパ層6、上クラッド層7、バンド不連続緩和層8、およびコンタクト層9aを順次エピタキシャル成長する。各層の典型的な厚みとしては、それぞれ、下クラッド層2が $1\mu\text{m}$ 、スペーサ層3a、3bがいずれも $500\text{\AA}\sim 1000\text{\AA}$ 、活性層4が $0.1\mu\text{m}$ 、光ガイド層5が $0.3\mu\text{m}$ 、エッチングストップパ層6が $50\text{\AA}\sim 10$

$0\text{\AA}$ 、上クラッド層7が $0.7\mu\text{m}$ 、バンド不連続緩和層8が $0.1\mu\text{m}$ 、コンタクト層9aが $0.1\mu\text{m}\sim 0.4\mu\text{m}$ とすればよい。次にコンタクト層9a上にストライプ状のマスクを形成し、選択性エッチングによりコンタクト層9a、バンド不連続緩和層8、及び上クラッド層7をメサ状に残すようにこれらの層の所定領域をエッチング除去する。この後、上記選択エッチング工程で用いたエッチングマスクをマスクとして $n\text{-GaAs}$ 電流ブロック層を選択成長し、マスクを除去した後、コンタクト層9bを成長する。電流ブロック層12の典型的な厚みは $1\mu\text{m}$ 、コンタクト層9bの典型的な厚みは $3\mu\text{m}$ である。最後に基板1裏面に $n$ 側電極10を、コンタクト層9b上に $p$ 側電極11を形成して素子が完成する。

この発明による $\text{AlGaInP}$ 系の材料を用いた可視光レーザダイオードは、以上のように構成されているので、結晶成長およびその後の熱工程中に $p$ 、または $n\text{-AlGaInP}$ 中の過剰の不純物が拡散しても、アンダー $\text{InGaP}$ 活性層

までは到らず、 $\text{InGaP}$ 活性層はアンダーの状態で保持され、良好な初期特性が得られる。第4図は従来例及び本実施例のレーザダイオードのフォトルミネッセンスによる活性層の光学的特性を示す図であり、同図(a)は従来例即ちアンダー $\text{AlGaInP}$ スペーサ層のないレーザダイオードの活性層の光学的特性であり、同図(b)は本実施例即ち活性層4と下クラッド層2の間及び活性層4と光ガイド層5の間にアンダー $\text{AlGaInP}$ 層3a及び3bを設けたレーザダイオードの活性層の光学的特性である。図に示すように従来例では本来の発光Aの他に欠陥によるものと思われる発光Bが発生しているのに対し、本実施例ではこのような発光Bは生じない。

このような発光Bが生じないことからレーザの発光効率を向上でき、レーザの発振しきい値を低減することができる。第3図はアンダー $\text{AlGaInP}$ スペーサ層の有無による光出力-電流密度特性の違いの一例を示す図である。この図からわかるように、アンダー $\text{AlGaInP}$ スペー

サ層の導入により、レーザの発振しきい値電流密度が $2.2\text{ kA/cm}^2$ から $1.6\text{ kA/cm}^2$ に約30%低減された。

また、本実施例においては、素子の動作中に不純物が $\text{InGaP}$ 活性層中まで拡散して特性を劣化させ、寿命が短くなることもない。

なお、上記実施例では、ドーピング $\text{AlGaInP}$ 層から上記活性層へのドーピング不純物の拡散を抑制するスペーサ層としてアンダー $\text{AlGaInP}$ 層を用いたものについて説明したが、このスペーサ層としては $\text{AlGaAs}$ 層等の他のアンダー層を用いてもよい。スペーサ層としては、活性層より屈折率が小さくかつバンドギャップが高い必要がある。このような条件を満たすために、 $\text{AlGaInAs}$ の $\text{Al}$ 組成比としては $x > 0.6$ とすればよい。

また、レーザ特性の向上の点から、スペーサ層は $n$ 側、 $p$ 側の両側に設けるのが望ましいが、レーザ特性の劣化は $n$ 、 $p$ の両方の不純物が活性層にまで拡散した場合に最も顕著であるため、何れ

か一方のみにスペーサ層を設けることによってレーザ特性を向上することが可能である。

また、上記実施例ではPオンN型のレーザダイオードについて説明したが、NオンP型のレーザダイオードについても上記実施例と同様の効果を奏することは言うまでもない。

#### 〔発明の効果〕

以上のように、この発明によれば、 $AlGaInP$ 系材料を用いた可視光レーザダイオードにおいて、活性層と、該活性層の上下両側に設けられたドーピング $AlGaInP$ 層の少なくとも一方との間に、上記ドーピング $AlGaInP$ 層からのドーピング不純物の上記活性層への拡散を抑制するスペーサ層を備えた構成としたから、結晶成長およびその後の熱工程中にp、またはn- $AlGaInP$ 中の過剰の不純物が拡散しても、アンダー $InGaP$ 活性層までは到らず、 $InGaP$ 活性層はアンダーの状態で保持され、また素子の動作中に不純物が $InGaP$ 活性層中まで拡散して特性を劣化させることはなく、良好な初期

特性を有し、かつ寿命の長い $AlGaInP$ 系の材料を用いた可視光レーザダイオードを得られる効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

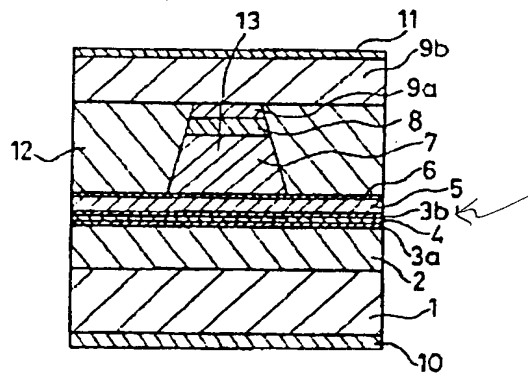
第1図はこの発明の一実施例による $AlGaInP$ 系材料を用いた可視光レーザダイオードの層構造を示す断面図、第2図は従来の $AlGaInP$ 系材料を用いた可視光レーザダイオードの層構造を示す断面図、第3図はアンダー $AlGaInP$ スペーサ層の有無による光出力-電流密度特性の違いの一例を示す図、第4図はアンダー $AlGaInP$ スペーサ層の有無によるレーザダイオードのフォトルミネッセンスによる活性層の光学的特性の違いを示す図である。

2はn- $AlGaInP$ 下クラッド層、3はアンダー $AlGaInP$ スペーサ層、4はアンダー $InGaP$ 活性層、5はp- $AlGaInP$ 光ガイド層。

なお図中同一符号は同一又は相当部分を示す。

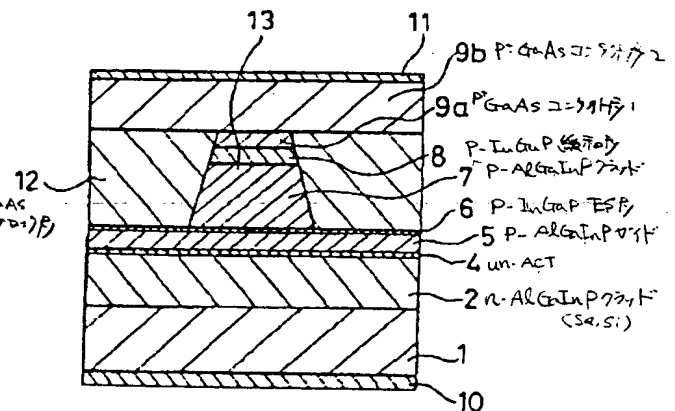
代理人 早 瀬 憲 一

第1図

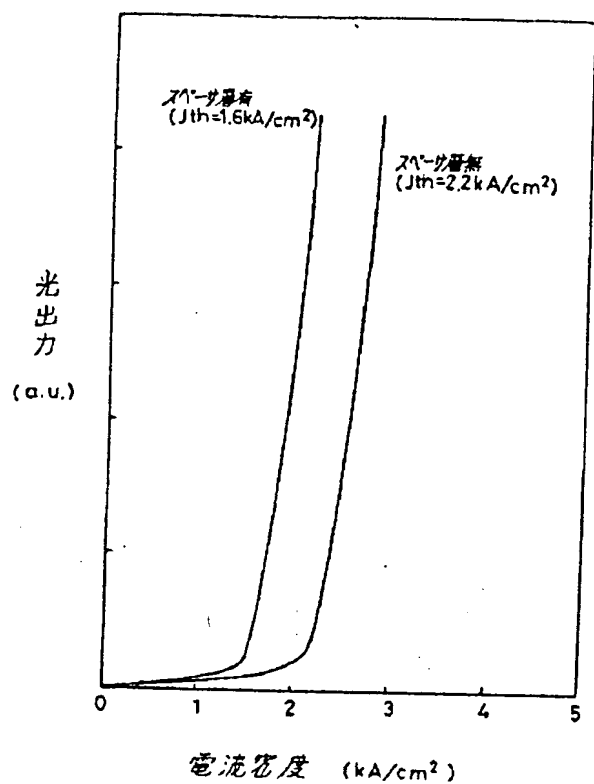


- 1: n-GaAs基板
- 2: n-AlGaInP下クラッド層
- 3a, 3b: アンダー $AlGaInP$ スペーサ層
- 4: アンダー $InGaP$ 活性層
- 5: p-AlGaInP光ガイド層
- 6: p-InGaPエッチングストップ層
- 7: p-AlGaInP上クラッド層
- 8: p-InGaPバンド不連続層
- 9a, 9b: p-GaAsコンタクト層
- 10: n電極
- 11: p電極
- 12: n-GaAs電流ブロック層
- 13: メサ部

第2図



第3図



第4図

